

A5

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-313387

(43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/04  
// H01M 8/10

(21)Application number : 2001-109105

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 06.04.2001

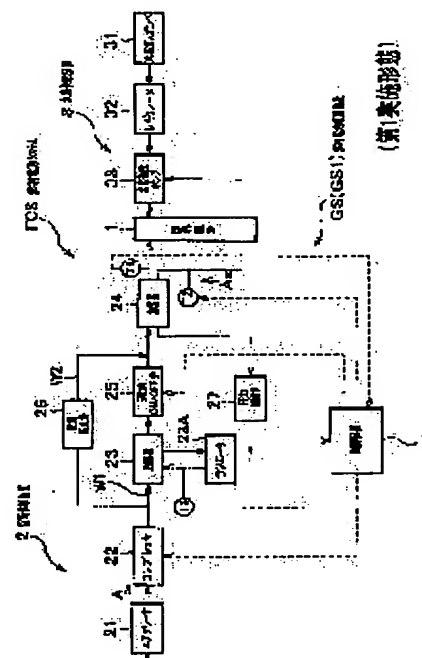
(72)Inventor : KOBAYASHI TOMOKI  
NUITANI YOSHIO

## (54) FUEL CELL WARM-UP DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell warm-up device for eliminating the need for a great capacity of battery by allowing quick warm-up of fuel cells when started, in particular.

SOLUTION: A temperature control device GS1 has a compressor 22 for supplying a supply gas A to the fuel cells 1. A main passage W1 for the flow of the supply gas A is formed between the compressor 22 and the fuel cell 1, and a heat radiator 23 is provided in the main passage W1 for cooling the supply gas A. A bypass W2 is provided so that a supply air A from the compressor 22 is supplied to the fuel cells 1 bypassing the heat radiator 23.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-313387

(P2002-313387A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002.10.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 M 8/04

識別記号

F I

H 0 1 M 8/04

テマコード\*(参考)

X 5 H 0 2 6

J 5 H 0 2 7

// H 0 1 M 8/10

8/10

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-109105(P2001-109105)

(22) 出願日 平成13年4月6日(2001.4.6)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 小林 知樹

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(72) 発明者 縫谷 芳雄

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(74) 代理人 100064414

弁理士 磯野 道造

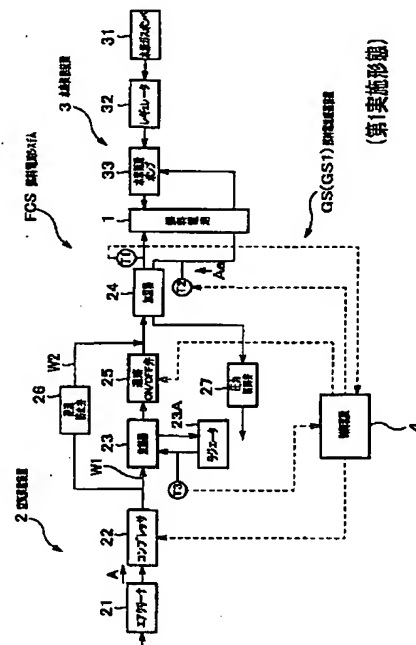
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池暖機装置

(57) 【要約】

【課題】 特に燃料電池の始動時において燃料電池の暖機を迅速に行うことができるようにし、大容量のバッテリーを必要としない燃料電池暖機装置を提供する。

【解決手段】 温度制御装置 G S 1 は、燃料電池 1 に対して供給ガス A を供給するコンプレッサ 2 2 を有する。コンプレッサ 2 2 と燃料電池 1 との間には、供給ガス A を流す主通路 W 1 が形成され、主通路 W 1 には、供給ガス A を冷却する放熱器 2 3 が設けられている。また、コンプレッサ 2 2 から供給される供給空気 A が、放熱器 2 3 を迂回して燃料電池 1 に供給されるように、バイパス通路 W 2 が設けられている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池に対して供給ガスを供給するコンプレッサを有し、前記コンプレッサと前記燃料電池との間に前記供給ガスを流す主通路が形成され、前記主通路には放熱器が設けられており、  
前記コンプレッサと前記燃料電池との間には、前記放熱器を迂回して前記供給ガスを流すバイパス通路が設けられていることを特徴とする燃料電池暖機装置。

【請求項2】 前記バイパス通路の断面積は、前記主通路の断面積よりも小さいことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池暖機装置。

【請求項3】 前記燃料電池の暖機状態に応じて、前記コンプレッサから前記燃料電池に対して供給される供給ガスを前記主通路と前記バイパス通路のいずれに流すかを決定することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の燃料電池暖機装置。

【請求項4】 前記コンプレッサから前記燃料電池に供給される供給ガスのうち、前記主通路を通過する前記供給ガスの流量と、前記バイパス通路を通過する前記供給ガスの流量との比率を調整する流量調整手段が設けられていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の燃料電池暖機装置。

【請求項5】 前記燃料電池の暖機状態に応じて、前記コンプレッサから前記燃料電池に供給される供給ガスのうち、前記バイパス通路に流す供給ガスの流量を調整することを特徴とする請求項4に記載の燃料電池暖機装置。

【請求項6】 前記燃料電池の暖機状態に応じて、前記コンプレッサの回転数を制御することを特徴とする請求項1から請求項5のうちのいずれか1項に記載の燃料電池暖機装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池を暖機する燃料電池暖機装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、電気自動車の動力源などとして、クリーンでエネルギー効率の優れた燃料電池が注目されている。この燃料電池では、カソード側に酸素を供給するとともにアノード側に水素を供給し、水素と酸素の反応によって電気を発生する。カソード側に酸素を供給するためには、酸素を含んでいる空気を、たとえばコンプレッサによって燃料電池に供給している。

【0003】ところで、燃料電池の始動時においては、燃料電池も冷えており、効率よい発電を実現する温度よりも低くなっている。このため、燃料電池の始動時に燃料電池を所定温度まで迅速に加温（暖機）する必要がある。殊に、燃料電池が電気自動車に搭載される場合は一層迅速に暖機する必要がある。

【0004】このため、従来においては、バッテリーや商

用電源による電源ヒータや、たとえばUSP6103410に開示されている水素燃焼ヒータで燃料電池を加熱するなどの措置を講じていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前記従来の技術では、燃料電池の暖機のために電源ヒータや水素燃焼ヒータを用いているので、燃料電池の暖機のためだけに、水素や電力を用いなければならない。そのため、電気や水素を余分に消費してしまうので、たとえば燃料電池を自動車に積載した場合には、その走行距離が短くなってしまいう問題があった。また、商用電源を用いた電源ヒータでは、外部から電気を導入する手間が必要となる問題もあった。さらに、専用の電源ヒータや水素燃焼ヒータを設ける必要があるため、その分燃料電池システム全体が大型化する問題があった。特に、寒冷地であるとか、冬季であるなど、気温が低い条件下では始動時に燃料電池から排出される排出空気の温度は一層低くなっているため、この問題が特に顕著となる。さらに、氷点下では、燃料電池内の水分が凍っていることがあり、この状態では燃料電池で発電することが難しい状態にあるため、より一層迅速に燃料電池を暖機する必要がある。

【0006】そこで、本発明の課題は、特に燃料電池の始動時において燃料電池の暖機を迅速に行うことができるようにし、専用の電源ヒータや水素燃焼ヒータを必要としない燃料電池暖機装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決する本発明のうちの請求項1に係る発明は、燃料電池に対して供給ガスを供給するコンプレッサを有し、前記コンプレッサと前記燃料電池との間に前記供給ガスを流す主通路が形成され、前記主通路には放熱器が設けられており、前記コンプレッサと前記燃料電池との間には、前記放熱器を迂回して前記供給ガスを流すバイパス通路が設けられていることを特徴とする燃料電池暖機装置。

【0008】請求項1に係る発明では、コンプレッサから燃料電池に供給ガスを供給するにあたり、供給ガスが主通路を通ると放熱器による冷却がなされ、バイパス通路を通ると放熱器は通らず、供給ガスが冷却されることはない。したがって、供給ガスを冷却する必要がある燃料電池の通常運転時には供給ガスを主通路に通して冷却する。逆に、暖機が必要な始動時には供給ガスをバイパス通路に通すことによって昇温させ、暖かい供給ガスを燃料電池に供給する。こうして、始動時には暖かい供給ガスが燃料電池に供給されるので、暖機を迅速に行うことができるので、専用の電源ヒータや水素燃焼ヒータを設ける必要がなくなる。

【0009】請求項2に係る発明は、請求項1に記載の燃料電池暖機装置において、前記バイパス通路の断面積は、前記主通路の断面積よりも小さいことを特徴とする。

【0010】請求項2に係る発明では、バイパス通路の断面積が主通路の断面積よりも小さく設定されている。コンプレッサから供給される供給ガスの昇温量は、コンプレッサの圧縮比で決まる。コンプレッサから供給される供給ガスの通路の断面積が小さいほど、同じ流量の供給ガスを供給する際にその圧縮比が増加し、圧縮比の増加に伴い供給ガスの温度も増加する。このため、燃料電池の暖機を図りたいときに供給ガスを通すバイパス通路の断面積を、通常時に供給ガスを通す主通路の断面積より大きくしておくことにより、高い温度の供給ガスを燃料電池に供給することができる。したがって、さらに迅速に燃料電池の暖機を行うことができる。

【0011】請求項3に係る発明は、請求項1に記載の燃料電池暖機装置において、前記燃料電池の暖機状態に応じて、前記コンプレッサから前記燃料電池に対して供給される供給ガスを前記主通路と前記バイパス通路のいずれに流すかを決定することを特徴とする。

【0012】請求項3に係る発明では、燃料電池の暖機状態に応じて、主通路とバイパス通路のいずれに流すかを決定する。このため、燃料電池がまだ暖まっていない状態では、コンプレッサによって昇温させられた供給ガスを燃料電池に供給する。また、燃料電池が暖まったら、供給ガスを主通路に流すようにして、放熱器を介して、高温となった供給ガスを冷却して燃料電池に供給することができる。

【0013】請求項4に係る発明は、請求項1または請求項2に記載の燃料電池暖機装置において、前記コンプレッサから前記燃料電池に供給される供給ガスのうち、前記主通路を通過する前記供給ガスの流量と、前記バイパス通路を通過する前記供給ガスの流量との比率を調整する流量調整手段が設けられていることを特徴とする。

【0014】請求項4に係る発明では、燃料電池に供給される供給ガスのうち、主通路に流す供給ガスの流量と、バイパス通路に流す供給ガスの流量を調整している。このため、燃料電池が暖機されておらず、冷えているときには、供給ガスをすべてバイパス通路に流して供給ガスを昇温させて燃料電池を暖機する。その後、燃料電池が暖機されてきたら、徐々に供給ガスが流れる通路をバイパス通路から主通路に移していく。こうして、燃料電池が冷えた状態から暖機が完了するまでの間、適切な温度の供給ガスを燃料電池に供給することができる。

【0015】請求項5に係る発明は、請求項4に記載の燃料電池暖機装置において、前記燃料電池の暖機状態に応じて、前記コンプレッサから前記燃料電池に供給される供給ガスのうち、前記バイパス通路に流す供給ガスの流量を調整することを特徴とする。

【0016】請求項5に係る発明においては、コンプレッサから燃料電池の供給する供給ガスのうち、バイパス通路に流す供給ガスの量を燃料電池の暖機状態に応じて調整している。このため、たとえば燃料電池の運転中に

燃料電池の負荷が低下して、燃料電池が、暖機を必要とする状態となったときには、暖機を必要とする状態に応じて、バイパス通路に流す供給ガスの流量を調整する。こうして、燃料電池の運転中でも、早期に燃料電池を暖機することができる。

【0017】請求項6に係る発明は、請求項1から請求項5のうちのいずれか1項に記載の燃料電池暖機装置において、前記燃料電池の暖機状態に応じて、前記コンプレッサの回転数を制御することを特徴とする。

【0018】請求項6に係る発明においては、燃料電池の暖機状態に応じて、コンプレッサの回転数を制御している。このため、たとえば燃料電池の入側における供給ガスの温度が高温、たとえば80℃以上となったときに、コンプレッサの回転数を抑制することにより、燃料電池に供給される供給ガスの温度を低下させる。こうして、燃料電池が発電する際に好適な温度となる供給ガスを燃料電池に供給することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の燃料電池暖機装置を、図面を参照して詳細に説明する。

〔第1実施形態〕まず、第1実施形態の燃料電池暖機装置を説明する。この第1実施形態で参照する図面において、図1は第1実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図であり、図2は燃料電池の構成を模式化した説明図である。

【0020】図1に示す燃料電池システムFCSは、燃料電池1、空気供給装置2、水素供給装置3、制御装置4などから構成される燃料電池1を中核とした発電システムである。なお、燃料電池暖機装置GS（GS1）は、空気供給装置2および制御装置4から構成される。本実施形態における燃料電池システムFCSは、自動車（燃料電池電気自動車）に搭載されるものとする。

【0021】図2に示すように、燃料電池1は、電解質膜1cを挟んでカソード極側（酸素極側）とアノード極側（水素極側）とに分けられ、それぞれの側に白金系の触媒を含んだ電極が設けられ、カソード電極1bおよびアノード電極1dを形成している。電解質膜1cとしては固体高分子膜、例えばプロトン交換膜であるパーフロロカーボンスルホン酸膜が使われる。この電解質膜1cは、固体高分子中にプロトン交換基を多数持ち、飽和含水することにより常温で20Ω・プロトン以下の低い比抵抗を示し、プロトン導伝性電解質として機能する。

【0022】また、カソード電極1bの外側にはカソード電極1bに酸化剤ガスとしての供給空気Aを流通するカソード極側ガス通路1aが設けられ、アノード電極1dの外側にはアノード電極1dに燃料ガスとしての供給水素Hを流通するアノード極側ガス通路1eが設けられている。カソード極側ガス通路1aの入口および出口は空気供給装置2に接続され、アノード極側ガス通路1eの入口および出口は水素供給装置3に接続されている。

なお、この図2における燃料電池1は、その構成を模式化して1枚の単セルとして表現してあるが、実際の燃料電池1は、単セルを200枚程度積層した積層体として構成される。また、燃料電池1は、発電の際に電気化学反応により発熱するため、燃料電池1を冷却する図示しない冷却装置を有する。

【0023】この燃料電池1は、カソード極側ガス通路1aに供給空気Aが通流され、アノード極側ガス通路1eに供給水素Hが供給されると、アノード電極1dで水素が触媒作用でイオン化してプロトンが生成し、生成したプロトンは、電解質膜1c中を移動してカソード電極1bに到達する。そして、カソード電極1bに到達したプロトンは、供給空気Aの酸素の酸素イオンと反応して水を生成する。生成した水および未使用の酸素を含む供給空気Aは、排出空気Aeとして燃料電池1のカソード極側の出口から排出される（排出空気Aeは多量の水分を含む）。また、アノード電極1dでは水素がイオン化する際に電子e<sup>-</sup>が生成するが、この生成した電子e<sup>-</sup>は、モータなどの外部負荷Mを経由してカソード電極1bに達する。

【0024】次に、図1に示すように、燃料電池暖機装置GS1を構成する空気供給装置2は、エアクリーナ21、コンプレッサ22、放熱器23、加湿器24、通路ON/OFF弁25、逆流防止弁26、および圧力制御弁27を備えている。このうち、コンプレッサ22と燃料電池1の間における主通路W1に放熱器23が設けられている。また、主通路W1における放熱器23が配置されている位置の下流側に通路ON/OFF弁25が設けられている。

【0025】さらに、コンプレッサ22と燃料電池1の間におけるバイパス通路W2は、放熱器23を迂回して形成されている。具体的には、コンプレッサ22の放熱器23の間で主通路W1から分岐して、通路ON/OFF弁25と加湿器24の間で主通路W1に合流する。したがって、バイパス通路W2を通過する供給ガスは、放熱器23を通過しないようになっている。

【0026】また、バイパス通路W2の断面積は、主通路W1の断面積よりも小さく、たとえば主通路W1の断面積の1/2、またはそれ以下に設定されている。このように、バイパス通路W2の断面積が小さく設定されていることにより、供給空気Aがバイパス通路W2を流れる際には、主通路W1を流れる際よりもコンプレッサ22の吐出側の圧力が大きくなる。その結果、コンプレッサ22における圧縮量が大きくなり、供給空気Aの温度を高くすることができる。

【0027】そのほか、空気供給装置2は、供給空気、排出空気、冷却水等の温度を検出する温度センサT1、T2、T3を有している。

【0028】エアクリーナ21は、図示しないフィルタなどから構成され、燃料電池1のカソード極側に供給さ

れる空気（供給空気A）をろ過して、供給空気Aに含まれるごみを取り除く。

【0029】コンプレッサ22は、図示しないスーパーチャージャ（圧縮機）およびこれを駆動するモータなどから構成され、燃料電池1で酸化剤ガスとして使用される供給空気Aを断熱圧縮して燃料電池1に圧送する。この断熱圧縮の際に供給空気Aが加熱される。このように加熱された供給空気Aが、燃料電池1の暖機に貢献する。

10 【0030】放熱器23には、冷却水が流れる冷却水流路が設けられており、この冷却水と熱交換することによって、燃料電池1の通常運転時においてコンプレッサ22から供給される供給空気を冷却している。燃料電池1の通常運転時におけるコンプレッサ22から供給される供給空気の温度は通常120℃程度であるが、燃料電池1は80～90℃程度の温度で運転される。このため、供給空気Aは、60～75℃程度に冷却されて燃料電池1に導入される。

20 【0031】加湿器24は、燃料電池排出ガス供給型のものであり、たとえば多数、具体的には5000本の中空糸膜が束ねられてなる中空糸膜束がハウジング内に收容されており、中空糸膜内を供給空気Aが通過し、ハウジング内であって中空糸膜の外側を排出空気Aeが通過する。燃料電池1では、発電に伴い水が発生して、排出空気Aeには大量の水分が含まれているので、この水分を供給空気Aに水分交換して供給空気Aを加湿する。なお、加湿器としては、このような燃料電池排出ガス供給型のもののほか、図示しないベンチュリ、水貯蔵タンク、ベンチュリと水貯蔵タンクを接続するサイフォン管などから構成され（一種のキャブレタ）、水貯蔵タンクに貯蔵された加湿用の水をベンチュリ効果で吸い上げて噴霧し、供給空気Aを加湿するものなど、適宜公知のものをを用いてもよい。

30 【0032】通路ON/OFF弁25は、主通路W1に設けられており、通路ON/OFF弁25をONにすることにより、主通路W1に供給空気Aが流れ、OFFにすることにより、バイパス通路W2に供給空気Aが流れるようになっている。

40 【0033】逆流防止弁26は、バイパス通路W2に設けられており、コンプレッサ22から加湿器24の方向に流れる供給空気Aが逆流するのを防止している。

【0034】圧力制御弁27は、図示しないバタフライ弁およびこれを駆動するステッピングモータなどから構成され、燃料電池1から排出される排出空気Aeの圧力（吐出圧）を圧力制御弁27の開度を減少・増加することにより制御する。ちなみに、圧力制御弁27の開度を減少すると燃料電池1の排出圧力が高まり、これに対応して排出空気Aeの温度上昇幅が増加する。また、圧力制御弁27の開度を増加すると燃料電池1の排出圧力が低くなり、これに対応して排出空気Aeの温度上昇幅が

減少する。

【0035】温度センサT1は、サーミスタなどから構成され、燃料電池1のカソード極側の入口における供給空気Aの温度を検出し、検出信号を制御装置4に送信する。

【0036】温度センサT2は、温度センサT1と同様にサーミスタなどから構成され、燃料電池1のカソード極側出口における排出空気Aeの温度を検出し、検出信号を制御装置4に送信する。

【0037】温度センサT3は、温度センサT1、T2と同様にサーミスタなどから構成され、放熱器23内における冷却水の水温を検出し、検出信号を制御装置4に送信する。

【0038】また、図1に示すように、水素供給装置3は、水素ガスポンプ31、レギュレータ32、水素循環ポンプ33などから構成される。

【0039】水素ガスポンプ31は、図示しない高圧水素容器から構成され、燃料電池1のアノード極側に導入される供給水素Hを貯蔵する。貯蔵する供給水素Hは純水素であり、圧力は15～20MPaG(150～200kg/cm<sup>2</sup>G)である。なお、水素ガスポンプ31は、水素吸蔵合金を内蔵し1MPaG(10kg/cm<sup>2</sup>G)程度の圧力で水素を貯蔵する水素吸蔵合金タイプである場合もある。

【0040】レギュレータ32は、図示しないダイヤフラムや圧力調整パネなどから構成され、高圧で貯蔵された供給水素Hを所定の圧力まで減圧させ、一定圧力で使用できるようにする圧力制御弁である。

【0041】水素循環ポンプ33は、図示しないエジェクタなどから構成され、燃料電池1のアノード極側に向かう供給水素Hの流れを利用して、燃料電池1で燃料ガスとして使用された後の供給水素H、つまり燃料電池1のアノード極側から排出される排出水素Heを吸引し循環させる。なお、排出水素を循環使用するのは、供給水素Hが、水素ガスポンプ31に貯蔵されている純水素だからである。

【0042】次に、燃料電池用暖機装置GS1を構成する制御装置4は、図示しないCPU、メモリ、入出力インタフェース、A/D変換器、バスなどから構成され、燃料電池システムFCSを統括的に制御するとともに、燃料電池1に供給する供給空気Aの温度を制御する。制御装置4は、前記の通り温度センサT1、T2、T3からの検出信号を受信する。また、制御装置4は、コンプレッサ22、通路ON/OFF弁25、逆流防止弁26、および圧力制御弁27に対する制御信号を送信する。

【0043】次に、第1の実施形態に係る燃料電池1の始動時における燃料電池暖機装置GS1の動作の一例を、図3および図4を参照して説明する(適宜図1参照)。

【0044】ここで、図3および図4は、第1の実施形

態に係る燃料電池暖機装置における制御フローを示すフローチャートである。図4に示すフローでは、コンプレッサ22の回転数によって供給空気Aの加熱量を制御する。なお、燃料電池1に供給される供給空気Aの目標温度は65℃～80℃である。

【0045】図3に示すように、燃料電池電気自動車のイグニッションスイッチをONにして燃料電池電気自動車を始動させると(S1)、所定のシステムチェックを行い、各種機器に異常がないか判断する(S2)。ここで異常が検出された場合には、異常状態に応じた所定の異常処理モードに移行する(S3)。一方、異常が検出されなかった場合には、アイドル運転を行う際に見合った量の供給空気Aを供給するように、コンプレッサ22の回転数を設定する(S4)。続いて、温度センサT2によって燃料電池1の出口側における排出空気Aeの温度を検出し、排出空気Aeの温度が20℃以下であるか否かを検出する(S5)。排出空気Aeの温度は、燃料電池1を通過し、すぐ排出された空気温度であるので、排出空気Aeの温度によって、燃料電池1の暖機状態を判定することができる。

【0046】その結果、排出空気Aeの温度T2が20℃を超えている場合には、暖機は完了していると判断できるので、定常発電モードへ移行する(S6)。また、排出空気Aeの温度が20℃以下である場合には、燃料電池1ははまだ暖機が必要な状態にあると判断できるので、暖機モードへ移行する(S7)。

【0047】こうして暖機モードに移行した後の制御について、図4を参照して説明する。暖機モードに入ったら(S10)、温度センサT3によって、放熱器23における冷却水の水温を検出し、冷却水の水温T3が30℃以下であるか否かを検出する(S11)。ここで、冷却水の水温T3が30℃を超える場合には、燃料電池1は暖機されていると判断することができるので、定常発電モードへ移行する(S12)。一方、冷却水温度が30℃以下である場合には、燃料電池1は、はまだ暖機が必要な状態にあると判断できる。したがって、通路ON/OFF弁25を閉じて、コンプレッサ22から供給される供給空気Aをバイパス通路W2に通過させる。バイパス通路W2は、放熱器23を迂回して形成されているので、バイパス通路W2を流れる供給空気Aは、放熱器23によって冷却されることはない。しかも、バイパス通路W2の断面積は、主通路W1の断面積よりも小さく、具体的にはおよそ1/2に設定されている。このため、供給空気Aがバイパス通路を流れる場合、主通路W1を流れる場合と比較してコンプレッサ22の出口側の圧力が大きくなる。その結果、コンプレッサ22の圧縮量が大きくなり、供給空気Aをさらに高温に上昇させることができる。このようにして、コンプレッサ22における冷却水の温度から燃料電池1の暖機状態を判断し、供給空気Aを暖機状態に応じて主通路W1またはバイパ

ス通路W2のいずれに流すかを決定する。

【0048】バイパス通路W2を流れることによって温度が上昇した供給空気Aは、高温状態のまま加温器24を介して燃料電池1に供給され、燃料電池1には、温度の高い供給空気Aが供給されるので、早期に暖機を完了することができる。

【0049】通路ON/OFF弁25を閉じたら、温度センサT2によって、燃料電池1の出側における排出空気Aeの温度を読み取る(S14)。燃料電池1の出側における排出空気Aeの温度を読み取ったら、図5

(a)に示す温度・空気流量マップを参照して、排出空気Aeの温度に対応するコンプレッサ22の回転数を検出し、コンプレッサ22の回転数を、検出された回転数に設定する(S15)。続いて、燃料電池1の出側に配置される圧力制御弁27の開度を設定する(S16)。このときの圧力制御弁27の開度は、図5(b)に示す空気流量・圧力制御弁開度マップを参照することにより、燃料電池1の入口側における供給空気Aの圧力が所定の値になるように、コンプレッサ22の回転数に対応する開度を設定する。

【0050】こうして圧力制御弁27の開度を設定したら、温度センサT1によって、燃料電池1の入側における供給空気Aの温度を読み取る(S17)。温度センサT1によって供給空気Aの温度を読み取ったら、供給空気Aの温度T1が80℃を超えるか否かを判断する(S18)。供給空気Aの温度T1が80℃を超えている場合には、燃料電池1を暖機するための温度としては充分すぎる。したがって、供給空気Aの温度が80℃を超えているときには、コンプレッサ22の回転数を低下させて、圧縮量を減らすことにより、燃料電池1に供給される供給空気Aの温度を低下させる(S19)。また、供給空気Aの温度が80℃以下である場合には、コンプレッサ22の回転数を変えることなく、そのまま運転を継続する。そして、燃料電池1の出側における排出空気Aeの温度を検出し、その温度が20℃を超えているか否かを判断する(S20)。その結果、排出空気Aeの温度が20℃以下である場合には、さらに暖機が必要であると判断して、ステップS16に戻って燃料電池1の暖機制御を継続する。一方、排出空気Aeの温度が20℃を超えている場合には、通路ON/OFF弁25を開く(S21)。こうして、コンプレッサ22から供給される供給空気Aを、主通路W1に流して燃料電池1に供給して、定常運転に移行することにより、暖機モードを終了する(S22)。

【0051】このようにして、燃料電池1が暖機状態にあるときには、バイパス通路W2を介して供給空気Aを燃料電池1に供給するので、燃料電池1に対して放熱器23を通さない暖かい供給空気Aを供給することができる。その結果、燃料電池1を早期に暖機することができるようになるので、始動時に燃料電池1を暖機するため

の専用の電源ヒータや水素燃焼ヒータなどを設ける必要がなくなる。また、暖機が完了した後は、通常モードとして、供給空気Aを放熱器23に通すことにより、燃料電池1に供給される供給空気Aの温度が高くなりすぎないようにすることができる。

【0052】なお、前記第1の実施形態では、燃料電池1から排出される排出空気Aeの温度T2および放熱器23における冷却水の水温T3に基づいて燃料電池1の暖機状態を判断しているが、これらのうちの一方のみに基づいて、燃料電池1の暖機状態を判断することもできる。この場合、燃料電池1の暖機状態の判断に利用されない温度センサはその取り付けを省略することができるのはもちろんである。

【0053】〔第2実施形態〕次に、第2実施形態の燃料電池暖機装置を説明する。なお、前記第1実施形態と同一性のある要素・部材などについては、同一の符号を付してその説明を省略する。ここで、図6は、第2実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【0054】図6に示すように、第2実施形態の燃料電池暖機装置GS2は、図1に示す通路ON/OFF弁25に代えて、流量制御弁41を備える構成になっている(他の部分は第1実施形態と同じ)。本実施形態では、始動時における燃料電池1の暖機のほか、始動時以外の低負荷時における燃料電池1の暖機も好適に行うことができる。

【0055】次に、第2の実施形態に係る燃料電池1の運転時における燃料電池暖機装置GS2の動作の一例を、図7を参照して説明する(適宜図6参照)。ここで、図7は、第2実施形態の燃料電池暖機装置における暖機モードから定常運転に移行するまでの制御フローを示すフローチャートである。図7に示すフローでは、流量制御弁41の開度によって供給空気Aの加熱量を制御する。

【0056】図7に示すように、燃料電池1が暖機モードに入ったら(S30)、温度センサT3を読み取り、放熱器23における冷却水の水温T3が30℃以下であるか否かを検出する(S31)。ここで、冷却水の水温T3が30℃を超える場合には、燃料電池1は暖機の必要がないと判断できるので、通常運転に移行することができる(S32)。一方、冷却水の水温T3が30℃以下である場合には、燃料電池1は冷えており、暖機が必要であると判断することができる。このときには、流量制御弁41を閉じて(S33)、コンプレッサ22から供給される供給空気Aがバイパス通路W2を流れるようにする。続いて、温度センサT2を読み取り(S34)、燃料電池1の出側における排出空気Aeの温度T2を検出する。排出空気Aeの温度T2を検出したら、コンプレッサ22の回転数を所定の回転数に設定する(S35)。このときのコンプレッサ22の回転数はた



たとえば3000rpmに設定することができる。コンプレッサ22の回転数を設定したら、図5(b)に示す空気流量・圧力制御弁開度マップを参照して、コンプレッサ22の回転数に対応する圧力制御弁27の開度を設定する(S36)。

【0057】圧力制御弁36の開度を調整したら、温度センサT1によって、燃料電池1の入側における供給空気Aの温度を読み取る(S37)。温度センサT1によって供給空気Aの温度を読み取ったら、供給空気Aの温度T1が80℃を超えているか否かを判断する(S38)。その結果、供給空気Aの温度が80℃を超えている場合には、燃料電池1に供給される供給空気Aの温度が高すぎるので、流量制御弁41を、前回より所定開度、たとえば1deg開いて(S39)、バイパス通路W2を流れる供給空気Aのうちの一部を主通路W1に流すようにする。主通路W1を流れる供給空気Aは、放熱器23を通過して冷却される。また、主通路W1の断面積は広いので、コンプレッサ22による圧縮量が少なくなる。こうして、燃料電池1に供給する供給空気Aの温度を少し低下させることができる。また、ステップS37で供給空気Aの温度が80℃以下であると判断された場合には、供給空気Aの温度が高すぎることはないの

で、そのまま燃料電池1に供給する。  
【0058】続いて、温度センサT2によって燃料電池1から排出される排出空気Aeの温度T2を検出し、排出空気Aeの温度T2が20℃を超えているか否かを判断する(S40)。その結果、排出空気Aeの温度が20℃以下である場合には、ステップS34に戻って、再び暖機制御を行う。この暖機制御の際には、ステップS39において流量制御弁41の開度を1degづつ徐々に開いていくので、燃料電池1に供給される供給空気Aの温度を好適な温度範囲に制御することができる。しかも、供給空気Aは、主通路W1およびバイパス通路W2を通過して燃料電池1に供給されるので、供給空気Aの流量を減少させることはない。

【0059】また、ステップS40で排出空気Aeの温度が20℃を超えていると判断された場合には、燃料電池1は暖機されたと考えられるので、流量制御弁41を開いて(S41)、コンプレッサ22から供給される供給空気Aを主通路W1に流す。こうして、定常運転に移行することにより、暖機が終了する(S42)。

【0060】このように、第2実施形態では、燃料電池1の暖機状態に応じて流量制御弁41の開度を調整しているため、燃料電池1に供給される供給空気Aの温度を燃料電池1が発電を行う際に好適な温度となるように制御している。このため、燃料電池1の運転中も、燃料電池1に供給する供給空気Aの供給量を減らすことなく、好適な温度の供給空気Aが燃料電池1に対して供給することができる。

【0061】〔第3実施形態〕次に、第3実施形態の燃

料電池暖機装置を説明する。なお、前記第1実施形態と同一性のある要素・部材などについては、同一の符号を付してその説明を省略する。ここで、図8は、第3実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【0062】第3実施形態では、第1実施形態と比較して、バイパス通路W2の接続位置が異なっている。すなわち、図1に示す第1実施形態では、通路ON/OFF弁25と加湿器24の間にバイパス通路W2が接続されていたが、第3実施形態では、加湿器24と燃料電池1の間にバイパス通路W2が接続されている。

【0063】第3の実施形態では、バイパス通路W2を通過した供給空気Aは、放熱器23に加えて、加湿器24をも通過することなく燃料電池1に供給される。供給空気Aが加湿器24を通過すると、供給空気Aが加湿されるが、この加湿とともにわずかながら温度の低下が生じる。第3実施形態では、バイパス通路W2を流れた供給空気Aは加湿器24も通過しない。前記第1実施形態で説明したように、供給空気Aがバイパス通路W2を流れるのは、燃料電池1を暖機するときである。したがって、第3実施形態では、燃料電池1の暖機を行う際に、バイパス通路W2を流れた供給空気Aが加湿器24を通過することがないので、さらに早期に燃料電池1の暖機を完了することができる。

【0064】〔第4実施形態〕次に、第4実施形態の燃料電池暖機装置を説明する。なお、前記第1実施形態と同一性のある要素・部材などについては、同一の符号を付してその説明を省略する。ここで、図9は、第4実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【0065】第4実施形態では、図1に示す第1実施形態で用いられていた通路ON/OFF弁25および逆流防止弁26に代えて、図9に示すように、通路切換え弁42を用いている。このように、通路切換え弁42を用いることにより、前記第1の実施形態と比較して、部品点数を削減することができる。

【0066】〔第5実施形態〕次に、第5実施形態の燃料電池暖機装置を説明する。本実施形態は、前記第3実施形態と近似する形態であるので、前記第3実施形態と同一性のある要素・部材などについては、同一の符号を付してその説明を省略する。ここで、図10は、第5実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【0067】第5実施形態では、図8に示す第3の実施形態で用いられていた通路ON/OFF弁25および逆流防止弁26に代えて、図10に示すように、通路切換え弁42を用いている。このように、通路切換え弁42を用いることにより、前記第3の実施形態と比較して、部品点数を削減することができる。

【0068】以上、本発明の好適な実施形態について説



明したが、本発明は、前記した発明の実施形態に限定されることなく、広く変形実施することができる。例えば、水素供給装置は、水素タンクから燃料電池に水素を供給する構成としたが、メタノールなどの液体原燃料を改質器により改質して水素リッチな燃料ガスを製造し、これを燃料電池に供給する構成としてもよい。また、排出水素を循環使用する・しないにかかわらず、本発明を水素供給装置側に適用してもよい。また、加湿装置は、2流体ノズルなどを使用したものでも、超音波を利用したものでもよい。また、コンプレッサもスーパーチャージャやターボチャージャのようにタービンを回転させるものではなく、レシプロ式のものでもよい。また、圧力制御弁をコンプレッサと熱交換器の間に設ける構成として、コンプレッサの断熱圧縮により発生した熱を利用してもよい。

【0069】また、燃料電池に温度の高い供給空気を供給しているので、燃料電池で発電しながら、燃料電池を暖機することができる。このため、短時間で燃料電池から電気を取り出しを開始することができるので、水素を無駄なく利用することができる。

【0070】

【発明の効果】以上説明した本発明のうち請求項1に記載の発明によれば、供給ガスを冷却する必要がある燃料電池の通常運転時には供給ガスを主通路を通して冷却し、暖機が必要な始動時には供給ガスをバイパス通路に通すことによって昇温させ、暖かい供給ガスを燃料電池に供給する。こうして、始動時には暖かい供給ガスが燃料電池に供給されるので、暖機を迅速に行うことができるので、暖機のための専用の電源ヒータや水素燃焼ヒータなどを設ける必要がなくなる。

【0071】請求項2に係る発明によれば、バイパス通路の断面積を、通常時に供給ガスを通す主通路の断面積より大きくしておくことにより、高い温度の供給ガスを燃料電池に供給することができる。したがって、さらに迅速に燃料電池の暖機を行うことができる。

【0072】請求項3に係る発明によれば、燃料電池がまだ暖まっていない状態では、コンプレッサによって昇温させられた供給ガスを燃料電池に供給する。また、燃料電池が暖まったら、供給ガスを主通路に流すようにして、放熱器を介して、高温となった供給ガスを冷却して燃料電池に供給することができる。

【0073】請求項4に係る発明によれば、燃料電池が冷えた状態から暖機が完了するまでの間、適切な温度の供給ガスを燃料電池に供給することができる。

【0074】請求項5に係る発明によれば、たとえば燃料電池の運転中に燃料電池の負荷が低下して、燃料電池が、暖機を必要とする状態となったときには、暖機を必要とする状態に応じて、バイパス通路に流す供給ガスの流量を調整する。こうして、燃料電池の運転中でも、早

期に燃料電池を暖機することができる。

【0075】請求項6に係る発明によれば、たとえば燃料電池の入側における供給ガスの温度が高温となったときに、コンプレッサの回転数を抑制することにより、燃料電池に供給される供給ガスの温度を低下させることができる。こうして、燃料電池が発電する際に好適な温度となる供給ガスを燃料電池に供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【図2】図1の燃料電池の構成を模式化した説明図である。

【図3】第1実施形態の燃料電池暖機装置における始動時から暖機モードに移行するまでの制御フローを示すフローチャートである。

【図4】第1実施形態の燃料電池暖機装置における暖機モードから定常運転に移行するまでの制御フローを示すフローチャートである。

【図5】(a)は、コンプレッサ回転数と供給空気の温度の関係を示す温度-空気流量マップ、(b)は、コンプレッサ回転数と圧力制御弁開度の関係を示す空気流量-圧力制御弁開度マップである。

【図6】第2実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【図7】第2実施形態の燃料電池暖機装置における暖機モードから定常運転に移行するまでの制御フローを示すフローチャートである。

【図8】第3実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【図9】第4実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【図10】第5実施形態の燃料電池暖機装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【符号の説明】

GS (GS1~GS5) … 燃料電池暖機装置

FCS … 燃料電池システム

A … 供給空気(供給ガス)

Ae … 排出空気(排出ガス)

1 … 燃料電池

2 … 空気供給装置

22 … コンプレッサ

23 … 放熱器

24 … 加湿器

25 … 通路ON/OFF弁

26 … 逆流防止弁

27 … 圧力制御弁

3 … 水素供給装置

4 … 制御装置

The diagram illustrates a fuel cell system (第1実施形態) with the following components and connections:

- 21 エアウリーナ** (Air purifier) receives input air and outputs to **22 コンプレッサ** (Compressor).
- 22 コンプレッサ** outputs compressed air (A) to **23 加湿器** (Humidifier).
- 23 加湿器** is controlled by **23A ラジエータ** (Radiator) and **27 圧力制御弁** (Pressure control valve).
- 23 加湿器** outputs air to **25 通気 ON/OFF 弁** (Ventilation ON/OFF valve).
- 25 通気 ON/OFF 弁** is controlled by **26 逆流防止弁** (Backflow prevention valve) and **24 加湿器** (Humidifier).
- 24 加湿器** outputs air (A<sub>2</sub>) to **1 燃料電池** (Fuel cell).
- 1 燃料電池** outputs power to **33 水素管理ポンプ** (Hydrogen management pump).
- 33 水素管理ポンプ** outputs to **32 レギュレータ** (Regulator).
- 32 レギュレータ** outputs to **31 水素ガス供給** (Hydrogen gas supply).
- 31 水素ガス供給** outputs to **1 燃料電池**.
- 2 空気供給装置** (Air supply device) is connected to the air supply line between 22 and 23.
- 3 水素供給装置** (Hydrogen supply device) is connected to the hydrogen supply line between 31 and 1.
- GS(GS1) 燃料電池管理装置** (Fuel cell management device) is connected to the fuel cell (1) and the hydrogen management pump (33).
- 4 制御装置** (Control device) receives signals from **T3** (temperature sensor at 23), **T2** (temperature sensor at 24), and **27** (pressure control valve).

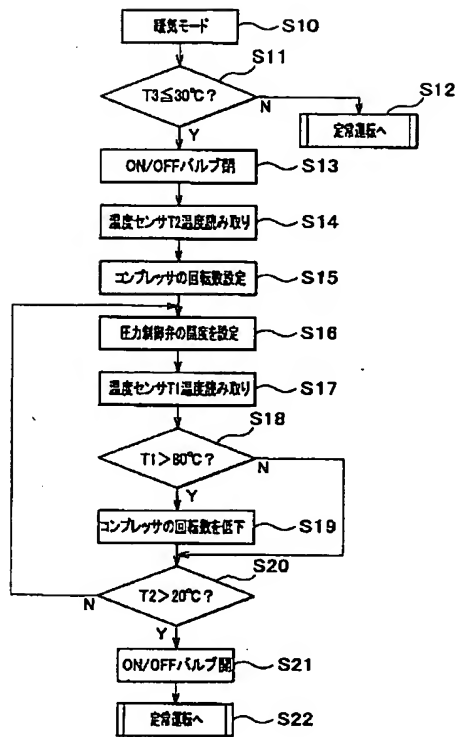
図1は、燃料電池システムの概略図を示す。図中、1は電源、Aは供給空気、Hは供給水、Aeは排出空気、Heは排出水、Mは外部負荷を示す。燃料電池スタックは、カソード極側（1a, 1b）とアノード極側（1c, 1d, 1e）に分かれており、それぞれに空気と水が供給されている。外部負荷Mは、燃料電池スタックの出力端子に接続されている。

```

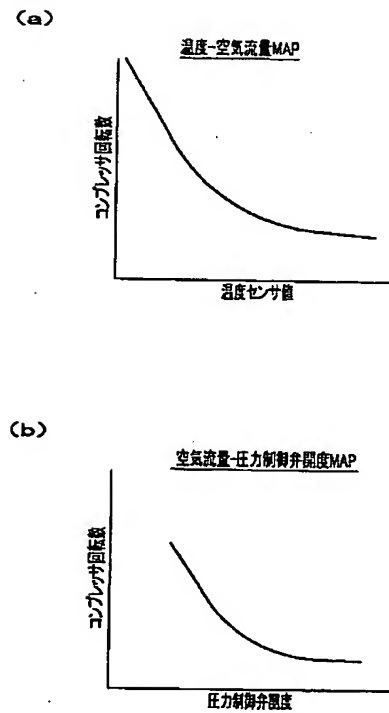
graph TD
    S1[イグニッション ON] --> S2{システムチェック異常否?}
    S2 -- N --> S3[異常処理モードへ]
    S2 -- Y --> S4[コンプレッサアイドル流量供給]
    S4 --> S5{T2 ≤ 20℃?}
    S5 -- N --> S6[定常発電へ]
    S5 -- Y --> S7[暖気モードへ]
  
```

The flowchart illustrates the start sequence. It begins with 'イグニッション ON' (S1). A decision is made at S2: 'システムチェック異常否?' (System check abnormal?). If 'N' (No), it proceeds to '異常処理モードへ' (S3). If 'Y' (Yes), it proceeds to 'コンプレッサアイドル流量供給' (S4). From S4, a decision is made at S5: 'T2 ≤ 20℃?' (T2 ≤ 20°C?). If 'N' (No), it proceeds to '定常発電へ' (S6). If 'Y' (Yes), it proceeds to '暖気モードへ' (S7).

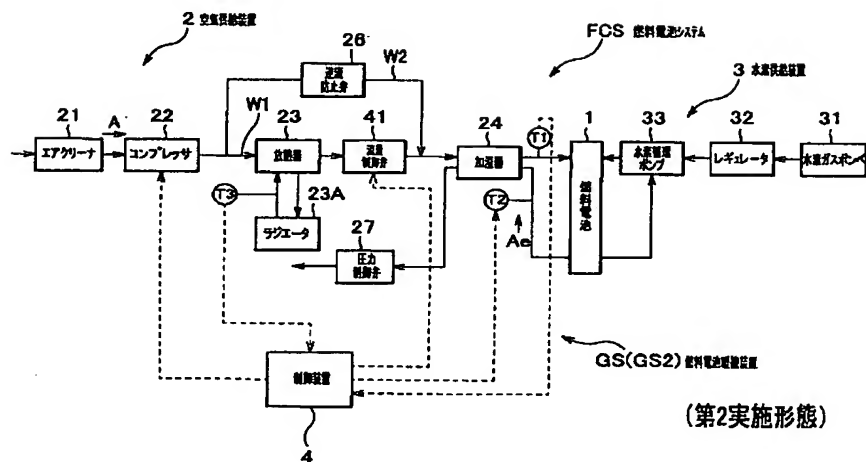
【図4】



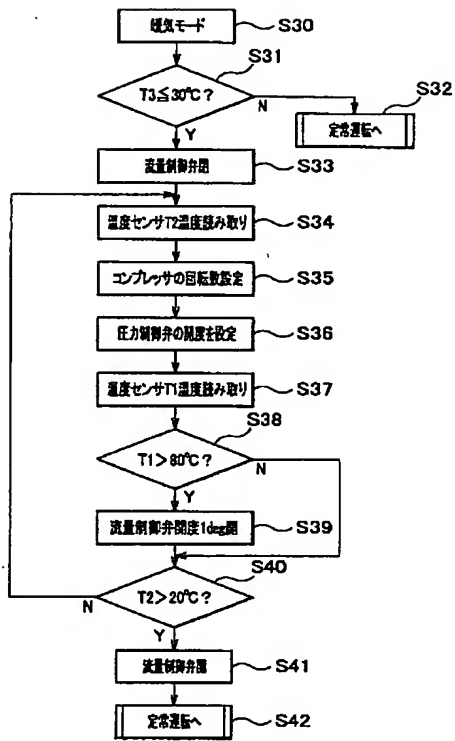
【図5】



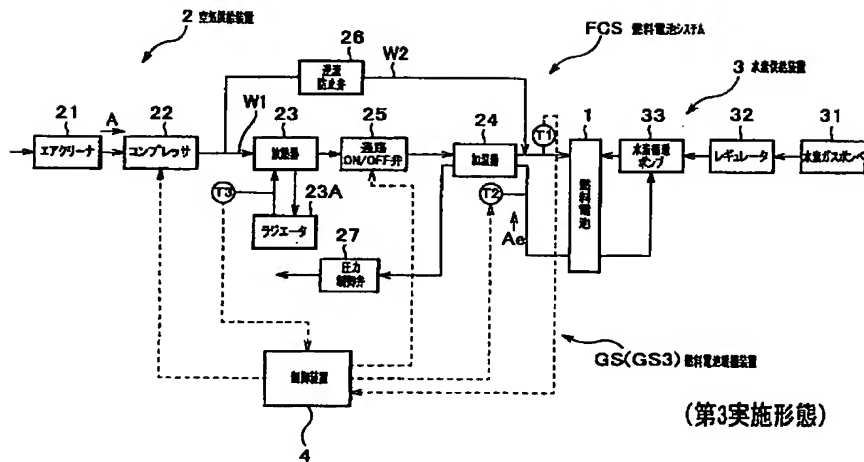
【図6】



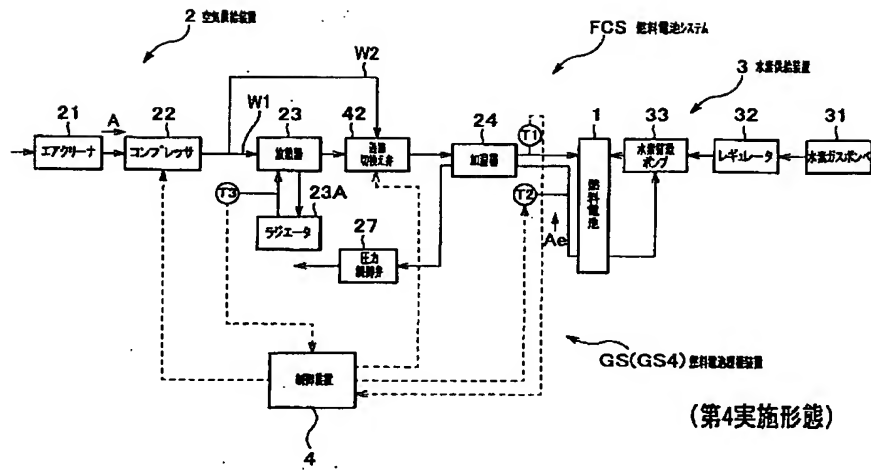
【図7】



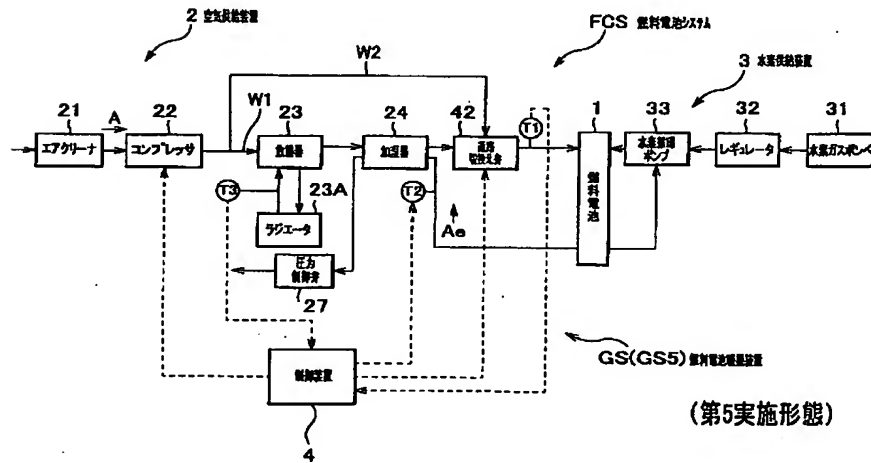
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H026 AA06

5H027 AA06 BA13 KK44 KK48 MM08